

**THERMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER UNTEREN EXTREMITÄTEN
BEI ISCHIASPATIENTEN**

Helga Tröger

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554604_0074

AUS DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK UND
ORTHOPÄDISCHEN POLIKLINIK DER
UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. A.N. Witt

THERMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER UNTEREN EXTREMITÄTEN BEI
ISCHIASPATIENTEN

Inaugural-Disseration zur Erlangung
der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München vorgelegt von

Helga Tröger
aus Mailand

München 1972

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter: Prof. Dr. K. Viernstein

2. Berichterstatter: Prof. Dr. A.N. Witt

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.4.1973



DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Inhaltsverzeichnis
=====

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. METHODE	5
III. EIGENE VERSUCHSANORDNUNG	11
IV. UNTERSUCHUNGSGUT	12
V. MESSERGEBNISSE	14
1. Normalfälle	15
2. Ischiaspatienten	16
a) Durchschnittswerte	17
b) Seitenlokalisation	18
c) Alter	18
d) Geschlecht	18
e) Dermatombegrenzung	19
f) Wurzelbefall	19
g) Bandscheibenetage	20
h) Krankheitsverlauf	22
i) Krankheitszustand	24
VI. DISKUSSION	28
VII. ZUSAMMENFASSUNG	41
VIII. LITERATUR	

I. EINLEITUNG

Sehr selten findet man in den Lehrbüchern den Hinweis, daß bei radikulär bedingten Beinschmerzen ein Kältegefühl, und was fast immer auch dazu gehört, gelegentliche Wadenkrämpfe, die besonders nachts und beim Schwimmen auftreten, vorhanden sind.

Offenbar wird dieser Symptomatik im allgemeinen keine große Bedeutung beigemessen. Die Klinik beweist aber, daß diese Tatsache doch nicht ganz außer Acht gelassen werden sollte, da sie bisweilen von den Patienten als störend empfunden wird, und es sich offensichtlich um eine arterielle Durchblutungsstörung handelt. In liegender Stellung d.h. im Bett und beim Schwimmen treten schmerzhaft Wadenkrämpfe auf und verschwinden wieder beim Stehen und Massieren. Hochlagern der Beine verschlimmert die Schmerzen.

Daß es sich um keine organische Arterienverengung sondern um eine funktionelle Durchblutungsstörung handelt, kann man daran sehen, daß der Gefäßspasmus in Narkose vollkommen aufgehoben ist, daß arteriographische Befunde und Pulsverminderung der großen Fußarterien fehlen (17). Hakelius (10) brachte den Beweis mit der digitalen Plethysmographie. Er untersuchte das kältere, ischiaskranke Bein und fand, daß die arterielle Pulskurve der Zehen die gleiche

Konfiguration in allen Fällen hatte, und daß zwischen dem betroffenen und dem gesunden Bein kein Unterschied festzustellen war.

Bei oszillographischen Messungen, die Berquet (7) an 20 an akuten Wurzelreiz- und -kompressionsyndromen im Bereich L 5 oder S 1 erkrankten Personen durchführte, fanden sich ebenfalls keine Seitenunterschiede, die über das normale Maß hinausgingen, obwohl alle diese Patienten über Kältegefühl im betroffenen Bein klagten. Da aber bei seinen thermoelektrischen Messungen die Seitenunterschiede erheblich waren, („stets mehr als 1 Grad“) schloss er daraus, daß das Kältegefühl durch einen reflektorischen Arteriolenaspmus verursacht wird, wobei die Durchströmung unverändert bleibt.

Wie Schoop (19) schreibt, sind Störungen der Hautdurchblutung auch ohne Gefäßkrankheiten möglich. Besonders die hautversorgenden Gefäße, und hier wiederum besonders an den Händen und Füßen, haben eine große Ansprechbarkeit auf vasokonstriktorische Reize. Woher dieser vasokonstriktorische Reiz beim radikulären Syndrom kommt, wird noch zu diskutieren sein. Eine solche funktionelle Durchblutungsstörung hat nach Schoops Meinung gewöhnlich keine schwerwiegenden Folgen. Bei organisch intakten Arterien sollen hypoxische Nekrosen nicht vorkommen.

Befragt man sorgfältig Patienten mit Wurzelreizerscheinungen, die sich als Ischiasschmerzen im Bein äußern, so kann man öfter hören, daß sich im kranken Bein ein Kältegefühl bemerkbar macht, das bei kaltem Wetter im Winter besonders deutlich ist. Nicht immer wird dieses einseitige Kältegefühl spontan von den Patienten geäußert, da vielmehr andere, weit störendere Sensationen den Ischiaskranken zum Arzt führen, wie starke Schmerzen, Sensibilitätsstörungen, Paresen u. a.

Wir haben auch in unserer Klinik immerwieder diese Erfahrung gemacht und von unserem großen Patientengut die prae- und postoperativen Ischialgien thermographisch untersucht. Es sollte sich zeigen, ob man dieses Kältegefühl meßbar und sichtbar darstellen kann und dadurch einen objektiven Befund als zusätzliches diagnostisches Zeichen für einen Wurzelreiz erhalten kann. Es soll außerdem untersucht werden, ob eine Beziehung besteht zwischen dem Ausmaß der gemessenen Temperaturdifferenzen rechts-links und der Seitenlokalisation der Ischiasbeschwerden, dem Alter der Patienten, dem Geschlecht, der Dermatombegrenzung, dem Wurzelbefall, der Bandscheibenetage, dem Krankheitsverlauf und dem Krankheitszustand des Patienten.

Bei ausgeprägtem subjektivem Kältegefühl und objektivem Befund taucht dem behandelnden Arzt

die Frage auf, ob diese funktionellen Durchblutungsstörungen medikamentös beeinflußt werden sollten, um den Krankheitsprozess günstig zu beeinflussen.

II. METHODE

Die Theorie, daß die menschliche Haut eine Strahlung liefert, die einer Schwarzkörperstrahlung gleichzusetzen ist, hat es ermöglicht, daß man aufgrund einer Strahlungsmessung auf die Temperatur schließen kann. Die menschliche Haut verhält sich also in Bezug auf ihre ausgesandte Strahlungsenergie wie ein physikalischer schwarzer Körper, d. h. im Wellenbereich von 2 μ bis zu langen Wellen, für den Bereich also, in dem die Körpertemperatur schwanken kann, wird die auffallende Strahlung praktisch vollständig absorbiert und emittiert. Aufgrund dieser Tatsache kann man, wenn die ausgestrahlte Energie (E) bekannt ist, nach dem Stephan-Boltzmann'schen Gesetz die absolute Temperatur (T) des Körpers ausrechnen:

$$E = \text{const.} \cdot T^4 \quad (13)$$

Alle Thermographen funktionieren nach diesem Prinzip.

Bei dem Thermographen von Barnes wird die Wärmestrahlung, die von der Haut ausgeht, genau registriert und als Wärmebild dargestellt. Auf diesem Bild sind die warmen Regionen weiß und die kalten schwarz, wobei es alle möglichen Graustufen dazwischen gibt für die entsprechende Intensität

der infraroten Ausstrahlung. Einem bestimmten Schwärzungsgrad entspricht eine bestimmte Temperatur der Hautoberfläche. Die Hautpigmentierung spielt bei dieser Messung keine Rolle, wie Barnes (2) anhand von Thermogrammen vier verschiedener Rassen, eines Weißen, eines Chinesen, eines Inders und eines Negers zeigen konnte. Während das photographische Bild im sichtbaren Wellenbereich die zunehmende Hautpigmentierung als dunkler werdende Flächen wiedergibt, sieht das Thermogramm bei allen vier Individuen gleich aus.

Die Infrarotaufnahme stellt im wesentlichen die dynamischen und funktionellen Vorgänge in und unter der Haut dar, wobei oft die anatomischen Grenzen des abgebildeten Körperteiles nur ungenau wiedergegeben werden. Im Gegensatz dazu vergleichen Gros und Bourjat (9) die Röntgenuntersuchung, deren Befunde hauptsächlich morphologisch sind. Bei Leichen sowie bei Lebenden geben Skelet-Röntgenaufnahmen denselben Befund, nicht aber die Thermogramme.

Objekte von Körpertemperatur strahlen vor allem im Gebiet von $3\ \mu$ bis $30\ \mu$ mit einem Maximum in der Nähe von $10\ \mu$, also bei einer Wellenlänge, die rund 20 mal so groß ist, wie die des sichtbaren Lichtes. Diese Wärmestrahlung besitzt also nur $1/20$ der Energie eines Quants vom sichtbaren Licht. Die Energie reicht nicht mehr aus, um

eine Photoplatte zu schwärzen. Man muß daher Infrarotempfänger verwenden, die die Strahlung in ein elektrisches Signal umwandeln (5).

Mit Hilfe eines beweglichen Spiegels wird das Objekt zeilenweise Punkt für Punkt optisch abgetastet. Die einfallende Strahlungsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt. Das so entstehende elektrische Signal wird verstärkt und zur Steuerung einer Glimmlampe verwendet, welche sichtbares Licht wechselnder Intensität ausstrahlt. Die Helligkeit der Glimmlampe steigt mit der Wärmestrahlung der gemessenen Oberfläche.

Mit Hilfe eines Spiegels, der sich mit dem erwähnten Abtastspiegel synchron bewegt, wird das Licht der Glimmlampe Zeile nach Zeile auf einen lichtempfindlichen Film projiziert. Der Polaroidfilm kann bereits 15 Sekunden nach der Beendigung der Aufnahme ein präzises Bild der Oberflächentemperatur des untersuchten Körpers wiedergeben. Das Thermogramm besteht aus horizontalen Linien ähnlich wie auf dem Fernsehschirm und ist das Resultat von 60 000 Einzelmessungen oder 350 Messungen pro Reihe. In engster Aneinanderfügung ergibt sich dann das Gesamtbild.

Der Infrarotdetektor verwandelt also die unsichtbare Strahlungsenergie, die vom Körper ausgesandt wird, in sichtbares Licht, welches ein schwarzweißes Bild ergibt. Neben dem Patienten befindet

sich eine thermische Grauskala, das ist ein Gerät mit 10 kleinen Flächen von genau bekannten Temperaturen. Die absoluten Temperaturwerte können auf jedem Thermogramm mit Hilfe eines Photokomparators abgelesen werden, der einen bestimmten Grauton des Bildes mit der entsprechenden Fläche der Grauskala vergleicht.

Die Empfindlichkeit des Thermographen läßt sich variieren. Die volle Wertskala zwischen weiß und schwarz kann 1°C bei höchster Empfindlichkeit und 10°C bei geringster Empfindlichkeit betragen. Es ist sehr wichtig, daß man die Sensibilität des Thermographen nach Belieben variieren kann, denn die Differenz zwischen dem wärmsten Bezirk und dem kältesten ist sehr unterschiedlich. Sie kann 1°C oder mehrere Grade betragen. Bei optimaler Einstellung des Gerätes können alle Temperaturstufen gut erfaßt und in verschiedenen Grautönen dargestellt werden.

Ein Kathodenstrahloszillograph, der dem Thermographen angeschlossen ist, zeigt die Temperaturverteilung der gemessenen Oberfläche anhand einer Kurve an, wobei jede optisch abgetastete Zeile ein eigenes Kurvenbild ergibt. Dadurch wird die Qualität des Wärmebildes sichtbar gemacht. Die Temperaturauflösung beträgt $0,1^{\circ}\text{C}$ in einem Temperaturbereich von 20°C bis 48°C .

Im Gegensatz zu anderen diagnostischen Methoden

wird der Patient durch keinerlei Strahlung, durch Schmerzen oder sonstige unangenehme Empfindungen belastet. Die Thermographie verursacht keine schädlichen Nebenwirkungen und kann beliebig oft wiederholt werden. Barnes (4) spricht in zutreffender Weise von „nondestructive testing“ und dieser Ausdruck wird auch immerwieder in der amerikanischen Literatur angetroffen.

Um beim hier benutzten Thermographie-System Modell M - 1 der Barnes Engineering Company ein möglichst exaktes Wärmebild zu erhalten, soll der Raum eine Temperatur um 20°C und eine Luftfeuchtigkeit von nicht mehr als 60 % haben (3). Dadurch wird ein Wärmeverlust durch Perspiration verhindert. Die Zimmertemperatur muß zur Zeit der Messung annähernd die gleiche sein, d. h. es dürfen im Verlauf der Untersuchung selbst keine größeren Temperaturschwankungen im Raum vorkommen. Deshalb sollen die Fenster mit einer schwarzen Blende versehen werden, die bei Sonneneinfall vorgezogen wird.

Der Patient muß den zu untersuchenden Körperteil entkleiden und 15 Minuten lang der Raumtemperatur anpassen, bevor die Messung abläuft. Wolfe (20) konnte nämlich zeigen, daß bei einer Temperatur von ca. 300°K (27°C) einer Änderung der Temperatur von 1°K eine Änderung der Emission von 0,02 entspricht. Wenn sich also der Patient der umgebenden Temperatur angepaßt hat, so sind keine großen Veränderungen der Hautwärme zu erwarten.

Besonders bei starkem Schwitzen ist die Wartezeit von 15 Minuten wichtig, da die Verdunstungskälte ungenaue Messwerte ergeben würde. Außerdem soll der Patient einige Stunden vorher weder Nikotin, noch Coffein, noch andere die Durchblutung hemmende oder fördernde Mittel eingenommen oder lokal appliziert haben.

Der Patient sitzt oder liegt vor dem Untersuchungsgerät, wobei die ausgesandten Infrarotstrahlen indirekt über einen über dem Patienten angebrachten silbernen Spiegel zum Thermographen reflektiert werden. Die eigentliche Messzeit dauert beim hier benutzten Modell 12 Minuten, währenddessen der Patient sich ganz ruhig und bewegungslos verhalten muß, um Unschärfe auf dem Thermogramm zu vermeiden. Durch diese Anforderung ist die Anwendung der Thermographie bei der genannten Arbeitsgeschwindigkeit bei Kleinkindern und bei unruhigen Patienten ungeeignet. Wenn das aufzunehmende Objekt in Bewegung ist, ist eine hohe Bildgeschwindigkeit von mindestens 16 pro Sekunde erforderlich (16).

III. EIGENE VERSUCHSANORDNUNG

Die Untersuchungen wurden durchgeführt in einem vor Sonneneinstrahlung und Zugluft geschützten, ruhigen Raum bei einer Zimmertemperatur von 18 - 20°C und bei einer Luftfeuchtigkeit um 60 %.

Es wurden beide Beine gleichzeitig in leicht gespreizter Stellung mit gestreckten Kniegelenken von vorne thermographiert, so daß die Beeinflussung der gegenüberliegenden Flächen in Bezug auf die Wärmekonvektion so klein als möglich gehalten wurde. Durch den Vergleich der rechten mit der linken Seite kann man nicht nur eine lokale Temperaturveränderung des Beines feststellen, sondern auch die gesunde mit der kranken Seite vergleichen.

Vor Beginn der Messung ruhte sich jeder Patient mindestens 10 Minuten auf dem Untersuchungstisch aus und adaptierte sich mit den unbedeckten Beinen der Umgebungstemperatur.

Die Abtastzeit dauerte 10 bis 12 Minuten, je nach der Ausdehnung des untersuchten Bezirkes. Der Polaroidfilm wurde nach 15 Sekunden entwickelt und fixiert.

Durch Reflexion der Infrarotstrahlung über einen über dem Patienten schräg aufgestellten Spiegel im Winkel von 45° erscheint das Bild auf dem Photo spiegelbildlich.

IV. UNTERSUCHUNGSGUT

Für unsere Untersuchungen standen uns 109 Patienten und 50 gesunde Vergleichspersonen zur Verfügung. Bei allen Fällen wurde sorgfältig darauf geachtet, daß nicht Nebenergebnisse wie Hyperthyreose, Varikosis, Verletzungsfolgen an Knochen und Gelenken, Entzündungen, organische Durchblutungsstörungen u. a. die Messergebnisse verfälschen. Von den Ischiaspatienten mußten 29 ausgeschieden werden, da entweder die Ischiassymptomatik beiderseits lokalisiert war, oder Nebenergebnisse das Wärmebild veränderten. Es verblieben demnach die Befunde von 80 Patienten, die wir auswerten konnten.

Bei den Ischiaspatienten betrug die Verteilung Männer zu Frauen 3 : 1. Das Alter der Patienten bewegte sich zwischen 25 und 62 Jahren, wobei die Altersgruppe von 30 bis 50 Jahren am häufigsten betroffen war. 27 Ischiaskranke wurden vor der Operation und 53 nach der Nucleotomie untersucht. Die Diagnose und die Höhe der betroffenen Etage wurden durch den neurologischen Befund, das Elektromyogramm, die Myelographie und den Operationsbefund gesichert.

Um gut vergleichbare Messergebnisse zwischen den 50 gesunden und den 80 kranken Personen zu erhalten, haben wir die Normalfälle so ausgewählt, daß sowohl die Geschlechtsverteilung als auch die Altersverteilung annähernd die gleiche war wie bei den Ischias-

patienten. Das Alter schwankte zwischen 20 und 60 Jahren, das Verhältnis Männer zu Frauen war 3 : 1.

V. MESSERGEBNISSE

Zur Beurteilung der Durchblutungsverhältnisse wurden die Wärmemuster und die in Grad Celsius gemessenen Temperaturdifferenzen identischer Punkte herangezogen. Wir bewerteten nur die Temperaturunterschiede der Unterschenkel, da am Oberschenkel die Hauttemperatur durch die verschiedenstarke subcutane Fettschicht des rechten und des linken Beines bei ein und demselben Patienten zu stark beeinflußt wurde. Larsen et al.(14) haben nachgewiesen, daß die Durchblutung des Fettgewebes mit zunehmender Schichtdicke abnimmt.

Es kam uns bei der Auswertung der Messergebnisse nicht auf die Bewertung der absoluten Temperaturen an, sondern nur auf die Temperaturdifferenz zwischen identischen Punkten am rechten und linken Bein. Die individuelle Hauttemperatur ist konstitutionell bedingt bei den einzelnen Menschen sehr verschieden und je nach Stoffwechsellage, nach Tages- und Jahreszeit, nach emotioneller Stimmungslage und nach Außentemperatur variabel. Uns interessierte in diesem Rahmen nicht, wie hoch die Wärmeausstrahlung absolut war, sondern wie sich das kranke Bein zum gesunden verhielt. Den Temperaturunterschied haben wir mit Δt bezeichnet und ihn errechnet, indem wir die Absolutwerte von identischen Punkten

der beiden Extremitäten mit Hilfe des oben beschriebenen Fotokomparators bestimmten und die kleineren Werte von den größeren abzogen. Es wurde bei kälterem Ischiasbein das Vorzeichen minus und bei wärmerem das Vorzeichen plus vor den Messungswert gesetzt.

1. Normalfälle

Das Temperaturrelief beider Unterschenkel wurde miteinander verglichen, und es wurden an identischen Punkten am Unterschenkel die Temperaturen gemessen. Dabei wurde folgendes festgestellt:

- In keinem Fall war die Durchblutung der beiden Unterschenkel gleich. Die Temperaturdifferenz Δt zwischen dem rechten und dem linken Bein hatte einen Schwankungsbereich von $0,1^{\circ}\text{C}$ bis $0,6^{\circ}\text{C}$. Der Mittelwert betrug $\Delta t = 0,31^{\circ}\text{C} \pm 0,046$.
- In 80 % der Fälle war die Hauttemperatur am linken Bein etwas höher, in den restlichen 20 % war sie etwas niedriger als am rechten Bein.
- Es bestand kein Unterschied in der Temperaturdifferenz, ob das rechte oder das linke Bein wärmer war.

- Eine Abhängigkeit von Δt zum Alter wurde nicht festgestellt.
- Es bestand kein Unterschied in der Wärmeausstrahlung zwischen den beiden Geschlechtern, bzw. die physiologischen Abweichungen waren bei Mann und Frau die gleichen, obwohl die Absolutwerte beim weiblichen Geschlecht etwas niedriger lagen als beim männlichen.

2. Ischiasspatienten

Die subjektiven Angaben der Patienten über das Wärme- oder Kältegefühl an einem Bein stimmten nicht immer mit den objektiven thermographischen Ergebnissen überein. 10 der 80 Patienten, die die Hauttemperatur am betroffenen Bein deutlich messbar und im Thermogramm sichtbar im pathologischen Sinne vermindert hatten, gaben an, niemals ein kälteres Bein bemerkt zu haben, wohl klagten aber alle 10 von ihnen über mehr oder weniger starke Wadenkrämpfe. Wir fanden andererseits bei 5 Patienten, die behaupteten, besonders im Winter sei das betroffene Bein kälter, im Augenblick der Untersuchung eine höhere Temperatur als auf der gesunden Gegenseite.

a) Durchschnittswerte

Wie wir umseitig gesehen haben, betrug bei den gesunden Vergleichspersonen der Temperaturunterschied im Durchschnitt $\Delta t = 0,31^{\circ}\text{C}$ bei einer doppelten Standardabweichung von 0,046. Differenzwerte bis einschließlich $\Delta t = 0,4^{\circ}\text{C}$ mußten somit als normal angesehen werden. Bei 25 Ischiaspatienten (31,3 %) lagen die Messwerte im Normbereich. Sie wurden für unsere weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt.

55 Patienten (68,7 %) lagen mit ihren Messwerten außerhalb der Normgrenzen. Wir fanden bei unseren Untersuchungen nicht nur kältere vom Ischias betroffene Beine, wie allgemein in der Literatur angegeben, sondern auch wärmere. Wenn wir nur die pathologischen Temperaturunterschiede ab $\Delta t = 0,5^{\circ}\text{C}$ betrachten, so zeigten 13 Patienten (16,2 %) zum Zeitpunkt der Messung eine gegenteilige Reaktion, d. h. die betroffene untere Extremität war wärmer statt kälter. Es verblieben demnach noch 42 (52,5 %) solcher Patienten, deren Ischiasbein deutlich kälter war.

Lassen wir die Patienten mit physiologischen Seitendifferenzen ausser Acht, so ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

bei kälterem Ischiasbein $\Delta t = - 1,12^{\circ}\text{C}$

bei wärmerem Ischiasbein $\Delta t = + 1,27^{\circ}\text{C}$.

Verglichen mit den gesunden Kontrollpersonen, die ein Δt von durchschnittlich $0,31^{\circ}\text{C}$ aufwiesen, zeigte dieser Personenkreis deutlich die Abweichung vom Physiologischen.

b) Seitenlokalisation

Von 80 Ischiaspatienten war bei 51 Patienten die Symptomatik links und bei 29 rechts lokalisiert. Ebenso wie bei den Normalpersonen ergab sich in den Messungen kein Unterschied, ob die linke oder die rechte Seite betroffen war.

c) Alter

Vom Alter wurde die Temperaturdifferenz Δt weder beim kälteren noch beim wärmeren Ischiasbein beeinflusst, genauso wie wir es bei den gesunden Personen ermittelt hatten.

d) Geschlecht

Zwischen Männern und Frauen war im Durchschnitt kein nennenswerter Unterschied in der Temperaturdifferenz der beiden Beine festzustellen. Gleiches fanden wir bei den 50 Normalpersonen. Δt ist also

nicht vom Geschlecht abhängig. Auch war bei der gegenteiligen Wärmereaktion keine Bevorzugung eines Geschlechts zu erkennen.

e) Dermatombegrenzung

Bei isoliertem L5- oder S1-Wurzelreizsyndrom konnten wir im Thermogramm keine segmentale Begrenzung des Wärmemusters erkennen. Man konnte also die kalte oder die hypertherme Zone nicht entlang des Dermatoms L5 oder S1 verfolgen. Vielmehr war die verminderte oder die erhöhte Wärmeausstrahlung diffus auf Fuß und Unterschenkel verteilt.

f) Wurzelbefall

Wir haben versucht, anhand unserer thermographischen Untersuchungen herauszufinden, ob die Höhe der Temperaturdifferenz Δt sowohl im negativen Bereich, d. h. bei kälterem Ischiasbein, als auch im positiven Bereich, d. h. bei gegenteiliger, hyperthermer Reaktion eine Abhängigkeit vom Befall einer bestimmten Wurzel aufwies. Die Beteiligung der verschiedenen Wurzeln wurde durch klinisch-neurologische und elektromyographische Untersuchungen gesichert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Es ist ersichtlich, daß bei kälterem Ischiasbein die Messwerte im Durchschnitt bei isoliertem Befall der Wurzel L5 und bei kombiniertem Befall der beiden Wurzeln L5 + S1 annähernd auf gleicher Höhe standen, und zwar jeweils über $1,20^{\circ}\text{C}$. Die Wurzel S1 hob sich durch die niedrigen, der physiologischen Grenze nahen Werte hervor. Bei wärmerem Ischiasbein lagen die Messwerte in annähernd gleicher Höhe, unabhängig vom Wurzelbefall.

g) Bandscheibenetage

Vergleicht man die Höhe der betroffenen Bandscheibenetage, die durch Myelographie und Operationsbefund übereinstimmend gesichert wurde, so zeigt sich, daß beim Prolaps der Bandscheibe Z4 und beim kombinierten Prolaps der beiden Bandscheiben Z4 + Z5 die Messwerte sowohl bei wärmerem als auch bei kälterem Ischiasbein auf annähernd gleicher Höhe, und zwar jeweils über $1,20^{\circ}\text{C}$ lagen. Dies stimmt in etwa überein mit den Ergebnissen beim Wurzelbefall L5 und L5 + S1. War nur Z5 prolapiert, so ergaben sich niedrigere Werte, jedoch nicht so niedrig wie beim isolierten S1-Syndrom.

	gesamt	normal.		kälter		wärmer	
Radix	n	n	Δt	n	Δt	n	Δt
L5	20	5	bis 0,40	10	1,30	5	1,38
L5 + S1	37	9	bis 0,40	22	1,23	6	1,17
S1	23	12	bis 0,40	9	0,64	2	1,30

Tab. 1: Abhängigkeit der Temperaturdifferenz Δt
(Grad Celsius) vom Befall einer bestimmten
Wurzel.

- n = Fallzahl
- normal = Temperaturdifferenz von 0,40°C und darunter,
also im physiologischen Messbereich
- kälter = Ischiasbein ist kälter
- wärmer = Ischiasbein ist wärmer
- Δt = Durchschnittstemperaturdifferenz in Grad
Celsius zwischen identischen Punkten am
rechten und linken Bein

h) Krankheitsverlauf

Bei den 27 praeoperativen Untersuchungen hatten wir akute, chronische und rezidivierende Ischialgien vor uns. Wir konnten feststellen, daß sich eine pathologische Verminderung der Hauttemperatur bereits am 2. Tag der Erkrankung messen ließ. Die chronischen Ischialgien konnten nicht in Abhängigkeit von der Anamnesedauer gesetzt werden, da sich der Zustand bei den meisten Patienten praeoperativ verschlimmert hatte. Unter den 27 praeoperativ untersuchten Patienten befanden sich 6 mit normaler Temperaturdifferenz. 16 Patienten hatten ein kaltes Ischiasbein mit einer Durchschnittstemperaturdifferenz von $-1,10^{\circ}\text{C}$. Bei 5 Patienten war das betroffene Bein wärmer mit Durchschnittswerten um $+1,28^{\circ}\text{C}$.

Postoperativ wurden 53 Patienten gemessen.

Bei 3 von ihnen bestand eine akute Ischiassymptomatik mit aktiven Denervierungszeichen im EMG. Sie mußten von dem Kollektiv ausgesondert werden, um die Frage zu prüfen, wie lange nach erfolgreicher Operation die Durchblutungsstörung des betroffenen Beines anhält. Bei der Auswertung zeigte sich bei wärmerem und bei kälterem Ischiasbein eine deutliche Abnahme der Temperaturdifferenz mit der Zunahme des postoperativen Zeitabstandes. 4 Jahre nach der Nucleotomie wurden die Normalwerte im Durchschnitt nahezu erreicht. Tab. 2.

	gesamt	normal		kälter		wärmer	
Postoperations- dauer	n	n	Δt	n	Δt	n	Δt
bis 1 Jahr	7	2	bis 0,40	4	1,60	1	2,00
bis 2 Jahre	21	7	bis 0,40	9	1,10	5	1,38
bis 4 Jahre	22	10	bis 0,40	10	0,84	2	0,60

Tab. 2: Abhängigkeit der Temperaturdifferenz vom Krankheitsverlauf

- n = Fallzahl
- normal = Temperaturdifferenz von 0,40°C und darunter, also im physiologischen Messbereich
- kälter = Ischiasbein ist kälter
- wärmer = Ischiasbein ist wärmer
- Δt = Durchschnittstemperaturdifferenz in Grad Celsius zwischen identischen Punkten am rechten und linken Bein.

i) Krankheitszustand

Aufgrund des Elektromyogramms, der subjektiven und objektiven klinischen Befunde konnten wir unsere Patienten in 3 Gruppen einteilen.

Krankheitszustand, eingeteilt in Gruppen:

=====

I : Ganz oder weitgehend beschwerdefrei,
keine neurologischen Ausfallerscheinungen,
im EMG keine Veränderungen.

II: Eventuell Kreuzschmerzen, kein Beinschmerz,
neurologische Ausfallerscheinungen, im EMG
Zeichen abgelaufener Denervierung.

III: Akute Beschwerden, positiver Lasègue, neu-
rologische Ausfallerscheinungen, im EMG
aktive Denervierungszeichen.

Bei normalem EMG bestand etwa bei der Hälfte der Patienten keine Durchblutungsstörung, in 9 Fällen war sie erniedrigt, in keinem Fall erhöht.

Waren im EMG Zeichen einer abgelaufenen Denervierung nachweisbar, so war die Durchblutung bei einem Drittel der Patienten im Normbereich, bei etwa der Hälfte erniedrigt und bei knapp 20 % erhöht.

Bei aktiven Denervierungszeichen schließlich waren keine Normalbefunde zu sehen, bei $2/3$ der Patienten bestand eine verminderte, bei etwa $1/3$ eine vermehrte Durchblutung des Ischiasbeines. Tab. 3

	gesamt	normal		kälter		wärmer	
Krankheits- zustand	n	n	Δt	n	Δt	n	Δt
I	19	10	bis 0,40	9	0,69	-	-
II	44	15	bis 0,40	21	1,17	8	1,26
III	17	-	-	12	1,36	5	1,28

Tab. 3: Abhängigkeit der Temperaturdifferenz vom Krankheitszustand

- n = Fallzahl
- normal = Temperaturdifferenz von 0,40°C und darunter, also im physiologischen Messbereich
- kälter = Ischiasbein ist kälter
- wärmer = Ischiasbein ist wärmer
- Δt = Durchschnittstemperaturdifferenz in Grad Celsius zwischen identischen Punkten am rechten und linken Bein.

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, daß der Wärmeunterschied im Durchschnitt mit der Verschlimmerung des Krankheitszustandes zunahm. Die Temperaturdifferenz Δt der Gruppe I lag dem Normbereich sehr nahe, die der Gruppe II lag bei $1,2^{\circ}\text{C}$ und bei akutem Krankheitszustand (Gruppe III) lagen die Durchschnittswerte bei $1,4^{\circ}\text{C}$. Im Vergleich zur Gruppe I, deren Δt sich um $0,7^{\circ}\text{C}$ herum bewegte, ist die Diskrepanz eindeutig.

Auffällig ist außerdem, daß die Gruppe III relativ am meisten Patienten mit gegenteiliger Reaktion der Hauttemperatur enthielt, die Gruppe I dagegen keine.

VI. DISKUSSION

Die Untersuchungen zeigen, daß die Thermographie in der Lage ist, das vom Ischiaspatienten häufig angegebene Kältegefühl am betroffenen Bein zu objektivieren.

Viel eindrucksvoller als die einzelnen Punktmesungen und ihre vergleichenden Daten ist der gesamte optische Eindruck des Wärmebildes. Man kann auf den ersten Blick sehen, wie sich die Hauttemperaturen an den Beinen verhalten. Das Thermogramm liefert zunächst eine qualitative Information:

1. Das betroffene Bein ist im ganzen kühler oder wärmer, es erscheint also im Thermogramm dunkler oder heller.
2. Die Temperaturverminderung bzw. -erhöhung zeigt ein gewisses Verteilungsmuster oder ist mehr diffus.

Durch den Vergleich ausgewählter Bezirke mit der Temperaturskala kann man aber auch zu einer quantitativen Aussage kommen. Interessant bei unserer Fragestellung ist vor allem die Temperaturdifferenz Δt , die an identischen Punkten beider Unterschenkel gemessen wurde.

Die subjektiven Angaben über Kälte- oder Wärmegefühl

am erkrankten Bein stimmten nicht immer mit den objektiven Messergebnissen überein. Das Temperaturempfinden ist bei den einzelnen Menschen sehr verschieden stark ausgeprägt und solange ein kaltes oder warmes Bein nicht als unangenehm empfunden wird, wird es meist nicht beachtet. Erst wenn der Patient genau darauf aufmerksam gemacht wird und Vergleiche anstellt zwischen rechts und links, dann wird ihm oft dieser scheinbar unwichtige Temperaturunterschied bewußt.

Von den 80 untersuchten Patienten hatten 42 ein kälteres, 13 ein wärmeres Ischiasbein. Bei 31,3 % der Fälle lag der Durchblutungsunterschied im Normbereich.

Bei den Patienten, deren Durchblutung im Normbereich lag, kann man also nicht behaupten, das radikuläre Syndrom hätte sich auf die Wärmeausstrahlung des betroffenen Beines ausgewirkt.

Ähnliche Ergebnisse erzielten Abrate und Mitarbeiter (1) bei rheographischen Untersuchungen. 22,2 % der untersuchten Patienten hatten keine oder nur geringe Seitendifferenzen nachweisbar.

Interessant erscheint hier die Beobachtung von Tab. 3: Unter den akuten Fällen der Gruppe III befanden sich keine Normalwerte, die Gruppe II hatte 34 % und die Gruppe I, die mehr oder weniger symptomfrei war, hatte

52,6 %. Je besser der Zustand des Patienten umso eher war auch der physiologische Temperaturunterschied erreichbar, unabhängig ob das betroffene Bein wärmer oder kälter war als das gesunde.

16,2 % der Fälle zeigten zum Zeitpunkt der Messung eine gegenteilige Reaktion. Die Durchblutung war am kranken Bein stärker und manifestierte sich durch eine erhöhte Hauttemperatur. Die gleichen Beobachtungen machten Abrate und Mitarbeiter (1), Bercovici Cherciu (6), sowie Betz (8).

Man kann sich die Ursache der Mehrdurchblutung nicht ohne weiteres erklären, zumal wie aus unseren Untersuchungen hervorgeht, die Dauer der Wurzelirritation sehr lange zurückliegen kann und man keine Analogie finden kann zur wärmeren Extremität im Anfangsstadium einer peripheren Nervenlaesion. Eines steht fest: es handelt sich um zirkulatorische Störungen, die sich in einer Mehrdurchblutung aufgrund einer Vasodilatation manifestieren. Da es nach Meinung der meisten Autoren keine parasympatische Innervation der Gefäße beim Menschen gibt, ist die Spekulation für eine Reizung der parasympatischen Fasern der Gefäßinnervation ausgeschlossen. Ratschow (zitiert bei 6) stützt sich auf anatomische Entdeckungen von Benninghoff, der den vasa- len Muskelwänden nicht nur longitudinale und zirkuläre Faserzüge zuschreibt, sondern auch solche in spiraler Anordnung, so daß bei Kontraktion dieser Muskelfasern eine Erweiterung des Gefäßlumens resultiert.

Ein und dieselbe nervale Erregung kann demnach sowohl eine Dilatation als auch eine Verengung der Arterien bewirken. Diese beiden verschiedenen Wirkungen ein und derselben neurovegetativen Stimulation kann man also bei Patienten mit Ischiassymptomatik finden.

Unter Umständen muß die Mehrdurchblutung des Ischiasbeines aber auch als iatrogen aufgefaßt werden. Alle 5 praeoperativ untersuchten Patienten, die eine im pathologischen Bereich liegende hypertherme Reaktion des schmerzhaften Beines zeigten, waren stationär aufgenommen und wurden täglich mit Massagen, Bädern, Gymnastik und schmerzstillenden, nervenstärkenden Mitteln behandelt. Bei dieser Patientengruppe ist eine überschießende Reaktion in der Durchblutung des Ischiasbeines eingetreten. Die restlichen 22 Patienten, die vor der Operation untersucht wurden und ebenfalls in Behandlung standen, reagierten nicht in diesem Sinne, sie zeigten entweder eine verminderte Durchblutung am kranken Bein oder eine in normalen Grenzen befindliche Hauttemperaturdifferenz.

Wie steht es mit denjenigen Fällen, die postoperativ ein wärmeres Ischiasbein aufwiesen? Zum Teil kann man eventuell auch hier eine Gefäßerweiterung aufgrund von durchblutungsfördernden Maßnahmen annehmen. Es kann möglich sein, daß wie Bercovici und Cherciu (6) bei ihren Untersuchungen festgestellt haben, die vasomotorischen Störungen vom vasospastischen zum vasoplegischen Typ übergegangen sind. Betz (8) konnte

sogar eine Beziehung finden zur Besserung der Beschwerden gegen Kurende: „Es war meist eine solche Durchblutungssteigerung im erkrankten Bein sichtbar, daß der Wärmedurchgang manchmal höher war als im gesunden Bein“.

Die Tatsache, daß bei unseren Auswertungen die Gruppe III des akuten Krankheitszustandes prozentual gesehen mehr warme Reaktionen am kranken Bein zeigten (29,4 %) im Gegensatz zu den Gruppen I u. II (0 % und 18,2 %) läßt andererseits vermuten, daß nicht die physikalische Therapie, sondern die akute, mit Schmerzen einhergehende Ischias dafür verantwortlich sein kann.

Die positiven Messwerte sind jedenfalls mit Vorsicht zu betrachten, da sie unter Umständen iatrogen durch die Behandlung und nicht endogen durch den Wurzelreiz hervorgerufen sein können. Es wird in Zukunft noch weiter zu untersuchen sein, was die eigentliche Ursache dieser überschießenden Gefäßreaktion ist.

Eigenartigerweise gehen die Höhen der durchschnittlichen Temperaturdifferenzen sowohl bei wärmerem als auch bei kälterem Ischiasbein in den einzelnen analysierten Gruppen parallel, sei es beim Krankheitsverlauf, beim gegenwärtigen Krankheitszustand, beim Befall der verschiedenen Wurzeln oder beim Prolaps der verschiedenen Bandscheiben. Es näherten oder entfernten sich in den einzelnen Gruppen je-

weils sowohl die warmen als auch die kalten Reaktionen dem Normbereich. Es scheint hier nicht die absolute Durchblutungssteigerung bei Besserung des Zustandes wesentlich zu sein, sondern die Annäherung der Temperaturdifferenzen zwischen dem kranken und gesunden Bein dem physiologischen Bereich, d. h. der Wert für Δt wird sowohl bei positivem als auch bei negativem Vorzeichen kleiner, je besser der Krankheitszustand ist.

Bei der Temperaturverminderung des Ischiasbeines liegt es nahe, an eine direkte Reizung und hier besonders an eine Kompression der entsprechenden sympathischen Nervenfasern durch die prolabierte Bandscheibe zu denken. Von der Anatomie her ist aber bekannt, daß die sympathischen Fasern vom Rückenmark her über die ventralen Wurzeln lediglich vom Segment Th 1 bis L 2 herrühren. Unterhalb von L 2 gibt es keine medullären sympathischen Zentren. Die Fasern, die zu den tiefer gelegenen Ganglien ziehen, verlaufen nicht über die Spinalwurzel, sondern über den Grenzstrang selbst nach unten (15). Eine Discushernie, die die Wurzel L 4, L 5 und S 1 komprimiert, kann also nicht den Sympathicus an der Vorderwurzel direkt irritieren, da hier keine solchen Fasern mehr verlaufen.

Wie man aber intra operationem immerwieder feststellt, kann das Ödem der komprimierten Wurzel über den Ort der Schädigung hinaus bis hinter das foramen intervertebrale ausgedehnt sein, in den Teil also, der

bereits vom Grenzstrang her mit sympathischen Fasern versorgt ist. Mangini und Giaccai (15), die diese Feststellung niedergeschrieben haben, nehmen dieses ausgedehnte Ödem als mögliche Ursache einer Irritation der sympathischen Elemente an. Man könnte sich denken, daß im Ausnahmefall die sympathischen Fasern vom Ödem nicht irritiert, sondern blockiert werden, was einer erhöhten Durchblutung der entsprechenden Extremität und somit einer stärkeren infraroten Ausstrahlung entspräche.

Wir haben versucht, die Dermatombegrenzung bei isoliertem Wurzelbefall L 5 oder S 1 mit dem Wärmemuster des Thermogramms in Einklang zu bringen. Ein sicherer Zusammenhang ließ sich nicht nachweisen. Die Durchblutungsverminderung oder in manchen Fällen die Erhöhung beschränkt sich nicht auf die einzelnen Dermatome der gleichzeitig vorhandenen Sensibilitätsstörung. Schlegel (18) sagt, daß bei der Vasomotorik eine segmentale Anordnung wie bei der Sensibilität vermißt wird. Entsprechend fanden Jochheim und Mitarbeiter (11), daß die Störungen der Hauttemperatur in der Verteilung weder der Ausbreitung peripherer Nerven noch dem radikulären Schema folgen. Die Grenzen sind oft schwer zu fassen, scharfe Übergänge fehlen.

Die Durchblutungsstörung des betroffenen Beines zeigte bei unseren thermographischen Untersuchungen eine deutliche Abhängigkeit von der Höhe der geschädigten Wurzel. Wir analysierten lediglich

den Wurzelbefall L 5, L 5 + S 1 und S 1. Die isolierte oder kombinierte Schädigung der Wurzel L 5 zeigte bei kälterem Ischiasbein ein höheres Δt als die isolierte Schädigung der Wurzel S 1, die sich durch einen kleinen Durchschnittswert auszeichnete ($-0,64^{\circ}\text{C}$) und somit nahe an die Grenze des Physiologischen herantrat.

In gewisser Hinsicht stimmen wir hiermit mit den Aussagen von Reischauer (17) überein, der bei umfangreichen Untersuchungen der postischialgischen Durchblutungsstörungen des Beines diese rein funktionelle Störung als ein klassisches und häufiges Attribut der Wurzelischias L 5 ansieht. Bei Wurzelischias S 1 sei sie ihm praktisch überhaupt nicht begegnet. Reischauer erklärt seine Aussage dadurch, daß die Wurzel L 5 eine vegetative Bahn führt, welche die Gefäßerweiterung des Beines liefert und der Wurzel S 1 fehlt. Durch den Ausfall dieser vegetativen Bahnen im gemischten Spinalnerv, der einer Wurzelkompression ausgesetzt ist, soll die Durchblutung vermindert werden. Diese Erklärung erscheint uns nach den anatomischen Erkenntnissen über die vegetativen Bahnen nicht befriedigend.

Zu diskutieren wäre, ob die mehr oberflächlich gelegene, von der Wurzel L 5 versorgte Muskulatur im Gegensatz zu der insgesamt tiefer liegenden Muskulatur der Wurzel S 1 eine entscheidende Rolle bei der Wärmeabstrahlung spielt. Thermographisch werden oberflächliche Regionen besser erfaßt und somit auch erhöhte oder verminderte Temperaturen deutlicher dargestellt.

Die Abhängigkeit der Temperaturdifferenz Δt von der Höhenlokalisation der prolabierten Bandscheibe bestätigt das obige Ergebnis der Wurzelschädigung L 5 bzw. L 5 + S 1. Die Discushernien Z 4 und Z 4 + Z 5 verursachten im Durchschnitt einen untereinander sehr nahe liegenden Temperaturunterschied. Sowohl die positiven als auch die negativen Werte lagen über $1,2^{\circ}\text{C}$. Dieser Befund entspräche dem Wurzelbefall L 5 bzw. L 5 + S 1. Auch hier waren die Zahlen über $1,2^{\circ}\text{C}$. Die geschädigte Zwischenwirbelscheibe Z 5 äußerte sich im Thermogramm mit niedrigeren Durchschnittswerten, jedoch nicht so niedrig wie beim isolierten S 1-Syndrom. Wenn wir berücksichtigen, daß der Bandscheibenprolaps Z 5 nicht immer nur auf S 1 sondern auch gelegentlich zusätzlich auf L 5 drückt, so wird uns klar, daß die Durchschnittswerte bei Z 5-Hernie zwischen den Werten liegen müssen, die beim L 5 + S 1 und S 1-Syndrom gefunden werden. In der Tat können wir dies mit unseren Messergebnissen bestätigen: $L 5 + S 1 > Z 5 > S 1$.

Bei den praeoperativen Untersuchungen hatten wir bereits am 2. Tag an dem die akuten Fälle zu uns in die Klinik kamen, eine pathologisch verminderte Hauttemperatur am erkrankten Bein. Daraus können wir schließen, daß die Temperaturregelung mehr oder weniger gleichzeitig mit der Wurzelschädigung gestört ist, bzw. daß die physiologische Wärmeausstrahlung u. a. von der Intaktheit der Spinalwurzel abhängig ist. Es erscheint deshalb berechtigt von einer ischialgischen und nicht nur von einer postischialgischen Durchblutungsstörung zu sprechen.

Je länger die Postoperationsdauer, umso kleiner war Δt . Wenn wir die Durchschnittstemperaturen der Tabelle 2 graphisch darstellen und sie mit den Normalwerten bis $\Delta t = 0,4^{\circ}\text{C}$ vergleichen, so erkennt man, daß sich die Hauttemperatur mit der zeitlichen Erholung des Nerven dem Durchschnittsbereich nähert. Abb. 1.

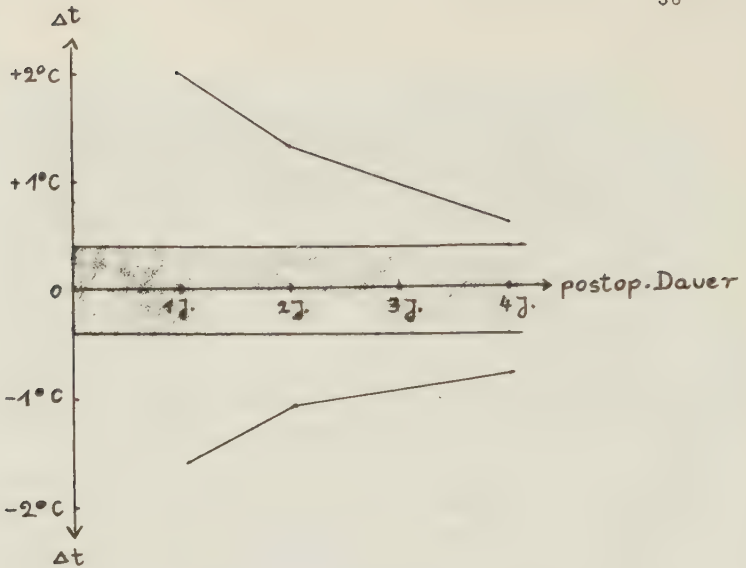


Abb. 1: Abhängigkeit der Durchschnittstemperaturdifferenzen vom postoperativen Zeitabstand.

 = physiologische Temperaturdifferenzen
bis $\Delta t = 0,4^{\circ}\text{C}$.

Auf der Ordinate sind die Durchschnittstemperaturdifferenzen Δt in Grad Celsius zwischen dem re. und dem li. Bein aufgetragen. Die Werte bei wärmerem Ischiasbein bewegen sich im positiven Bereich, die bei kälterem Ischiasbein im negativen Bereich.

Auf der Abszisse ist der postoperative Zeitabstand in Jahren aufgetragen.

Bercovici und Cherciu (6) glauben dies hauptsächlich vom vasospastischen Typ sagen zu können, bei dem die Durchblutungsstörungen parallel mit den anderen Erscheinungen der Ischialgie einhergehen. Bei unseren Ergebnissen trifft dies auch beim vasoplegischen Typ zu.

Akute, stark schmerzhaft Zustände hatten im Durchschnitt eine größere Seitendifferenz als chronische und diese wiederum eine größere als mehr oder weniger beschwerdefreie Fälle. Man kann aus dem Ergebnis schließen: Akute Krankheitsbilder des radikulären Syndroms verursachen einen stärkeren Wärmeunterschied zwischen den unteren Extremitäten als chronische. Damit einem frischen, akuten Zustand auch immer starke Schmerzen einhergehen, könnte man annehmen, daß diese einen wesentlichen Beitrag zur Minderdurchblutung leisten. Nach Untersuchungen von Koppelman (12) setzt wenige Sekunden nach Einwirkung eines stärkeren Schmerzreizes eine allgemeine Vasokonstriktion in der Haut ein. Die Durchblutung kann längere Zeit nach der Reizeinwirkung erniedrigt sein.

Abrate und Mitarbeiter (1) richteten ihr Augenmerk bei ihren rheographischen Untersuchungen an Patienten mit Discushernie auf die Beziehung zwischen Schmerz und Vasokonstriktion. Sie sahen im Schmerz die Ursache für eine neurovegetative Reaktion, besonders des Sympathicus, was sich in einer Gefäßverengung manifestierte. Die Autoren beobachteten postoperativ mit dem Nachlassen der Schmerzen auch eine Tendenz zur

Normalisierung der rheographischen Abweichungen.

Hinzu kommt noch, wie Mangini und Giaccai (15) feststellten, daß die schmerzhafte Extremität in extremer Schonstellung gehalten wird, da Belastung und Bewegung die Schmerzen verschlimmern. Die daraus resultierende Inaktivität der Muskulatur verursacht ebenso wie bei einer Funktionsminderung aufgrund motorischer Ausfälle, die ja oft mit der Ischialgie einhergeht, eine Verminderung der Blutversorgung und des gesamten Stoffwechsels an der entsprechenden Extremität. Das Angebot richtet sich nach dem Bedarf des Muskels, der aber jetzt eine kleinere Leistung vollbringt. Hier haben wir nicht primär eine Vaskonstriktion als Ursache der Minderdurchblutung, sondern eine verminderte Nachfrage. In unserem Krankengut hat sich gezeigt, daß die Patienten mit aktiver Denervierung den höchsten Grad der Minderdurchblutung zeigten, und daß die Fälle, die im EMG keine oder nur fragliche Veränderungen aufwiesen, am geringsten von den physiologischen Grenzwerten abwichen. Die intakte Motorik ist also ein maßgebender Faktor für eine gute Temperaturregelung.

Ist die arterielle Durchblutungsstörung sichergestellt, so ist es empfehlenswert, sie in den Therapieplan der Ischialgie und des ischialgischen Syndroms mit einzubeziehen, um die z. T. häufigen Wadenkrämpfe und das störende Kältegefühl günstig zu beeinflussen.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden in unserer Klinik die unteren Extremitäten an 80 Ischiaspatienten prae- oder postoperativ thermographisch untersucht und mit 50 gesunden Personen verglichen. Dabei fand man, daß bei 52,5 % der Fälle das betroffene Bein kälter war und bei 16,2 % wärmer als dem physiologischen Bereich entspricht. Bei 31,3 % der Ischiaspatienten lagen die Seitendifferenzen im Normbereich.

Die mit der Zeit zunehmende Erholung der geschädigten Wurzelfasern geht mit der allmählichen Angleichung der Hauttemperatur an das gesunde Bein einher. Akute Krankheitszustände zeigten größere Seitenunterschiede als chronische und mehr oder weniger symptomlose.

Die Läsion der Wurzel L 5 beeinflusste die Wärmeausstrahlung wesentlich stärker als die Läsion der Wurzel S 1.



Abb. 1) Oberflächentemperatur
des li. Beines 6 Mo.
nach Nucleotomie L4/5
li. herabgesetzt.



Abb. 2) Oberflächentemperatur
des li. Unterschenkels
1 Jahr nach Nucleotomie
L 4/5 u. L 5 / S 1 ver-
mindert.

VIII. LITERATUR

1. Abrate, M., Quaini, L., Baiotti, G.: La
reografia degli arti inferiori
in portatori di ernia del disco.
Min.ort. 18:9-11, 1967.
2. Barnes, R.B.: Thermography of the human
body. Sci. 140:870-877, 1963.
3. Barnes Engineering Company, Connecticut.
Instruction Manual, M-1, 1963.
4. Barnes, R.B.: Thermography. Ann. N.Y. Acad.
Sci. 121:34-48, 1964.
5. Beckmann, L.: Colloque international de
thermographie médicale. J. de Radiol.
et d'Electrol. 48:35-39, 1963.
6. Bercovici, S. et Cherciu, St.: Les troubles
circulatoires au cours de la sciatique
radiculaire. Rev. Rhum. et des mal
ostéoart. 31:335-341, 1964.
7. Berquet, K.H.: Oszillographische Untersuchungen
bei lumbalen Wurzelreizsyndromen. Z.
Orthop. 97:377, 1963.
8. Betz, E.: Über die Vasomotorik bei Ischias-
erkrankungen. Arch. f. phys. Ther.
6:29-37, 1954.
9. Gros, Ch. und Bourjat, P.: Die Anwendungsmöglich-
keiten der Thermographie. Fortschr. auf dem
Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuclearmed.
106:561-567, 1967.
10. Hakelius, A., Nilsson, U., Pernow, B. & Zetterquist,
St.: The cold sciatic leg. Acta orthop. Scand. 40:
614-623, 1969.
11. Jochheim, K.-A., Loew, F., Rütt, A.: Lumbaler
Bandscheibenvorfall. Springer-Verlag,
Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1961, 21-22.
12. Koppelman, J.: Klinische Untersuchungen der
peripheren Vasomotorik als Parameter
vegetativer Innervation in der Peripherie.
Med.Klim. 28/29:1020-1026, 1971.

13. Kroebel, W.: Physikalische Grundlagen der Haut-thermometrie bei Strahlungsmessungen im Ultraroten. Arch. f. physik. Therapie, 4: 275-282, 1965.
14. Larsen, O.A., Lassen, N.A., Quaade, F.: Blood flow through human adipose tissue determined with radioactive xenon. Acta. Physiol. Scand. 66:337, 1966.
15. Mangini, U., Giaccari, L.: Esistono nel quadro della sindrome lombosciatalgica da ernia del disco disturbi del simpatico? Arch. Putti, 2:283-295, 1952.
16. Orrin, J.N.: Infrarot-Thermographie zur Frühdiagnose von Brustkrebs. Dtsch. Ärztebl. 3:188-189, 1970.
17. Reischauer, F.: Über die postischialgische Durchblutungsstörung des Beines. Med. Klin. 53:579-584, 1958.
18. Schlegel, K.F.: Neurologische Komplikationen bei Wirbelsäulenerkrankungen. Handbuch der Orthop. 2:815, 1958.
19. Schoop, W.: Nutzen und Schaden in der Therapie peripherer Durchblutungsstörungen. Naturwiss.u.Med. 28:55-63, 1969.
20. Wolfe, W.L.: Infrared imaging devices in infrared medical radiography. Ann.N.Y. Acad.Sci. 121:57, 1964.

L E B E N S L A U F

Helga Tröger, geboren am 15.2.1939 in Mailand, Tochter des Kaufmanns Kurt Tröger und dessen Frau Amalie Tröger geb. Santifaller, Reifeprüfung an der Deutschen Schule Mailand 1959.

5 Jahre als Sekretärin tätig beim Deutschen Konsulat in Mailand und bei der Maschinenfabrik Michaelis in München. Zum Wintersemester 1964/65 Immatrikulation an der Medizinischen Fakultät der Universität in Freiburg. Im Sommersemester 1965 Zulassung an der Medizinischen Fakultät der Universität in München. Staatsexamen Dezember 1970 in München. Von Oktober 1971 bis Dezember 1971 an der II. Frauenklinik der Universität München, von Februar 1972 bis Juni 1972 am Städtischen Krankenhaus Rosenheim auf der chirurgischen Abteilung als Medizinalassistentin.

